

EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE CULTURA (ET_c) E COEFICIENTE DE CULTURA INICIAL (k_c inicial) DE FORRAGEIRAS TROPICIAS

ARTHUR CARNIATO SANCHES¹ DÉBORA PANTOJO DE SOUZA², FERNANDO CAMPOS MENDONÇA³, ANTONIO PIRES DE CAMARGO⁴ EZEQUIEL SARETTA⁴

¹Doutorando em Engenharia de Sistemas Agrícolas, Depto. Engenharia de Biosistemas, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz” (ESALQ/USP), Piracicaba/SP, (19)981635686; arthur_carniato@usp.br

²Mestranda em Engenharia de Sistemas Agrícolas, Depto. Engenharia de Biosistemas, ESALQ/USP, Piracicaba/SP.

³Engenheiro Agrônomo, Prof. Doutor, Depto. Engenharia de Biosistemas, ESALQ/USP, Piracicaba/SP.

⁴Engenheiro Agrônomo, Técnico Especializado de Nível Superior, Depto. Engenharia de Biosistemas, ESALQ/USP Piracicaba/SP.

Apresentado no
XLV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2016
24 a 28 de julho de 2016 - Florianópolis - SC, Brasil

RESUMO: Existem poucas pesquisas relacionadas à produtividade e ao manejo de água em pastagens. Tal manejo, geralmente é feito de modo empírico, sem o devido conhecimento. Assim, objetivou-se a determinação da evapotranspiração de cultura e o coeficiente de cultura inicial para os capins Mombaça e Tifton 85 na região de Piracicaba/SP. O trabalho foi realizado no campus da Esalq/USP, no período compreendido entre 1 a 20 de dezembro de 2015. As parcelas experimentais com 12 x 12 metros sendo 144 m² cada, em um total de quatro, duas para cada forrageira. Ao centro de cada parcela foram instalados os lisímetros com 1,17 m². Durante o período experimental foram avaliados os k_c, diários de cada uma das forrageiras. Os resultados médios de evapotranspiração de cultura (ET_c) foram de 4,82 mm d⁻¹ e 4,31 mm d⁻¹ para Mombaça e Tifton 85, respectivamente, menores que os 5,41 mm d⁻¹ de Evapotranspiração de referência (ET_o). Os valores de k_c foram menores que 1, sendo de 0,99 e 0,89 para os capins Mombaça e Tifton 85, respectivamente.

PALAVRA-CHAVE: *Panicum maximum* cv. Mombaça, *Cynodon* ssp. Cv. Tifton 85, lisímetro de pesagem.

EVAPOTRANSPIRATION CULTURE (ET_c) AND CULTURE RATE INICIAL (k_c inicial) OF FORAGE TROPICAIS

ABSTRATC: There are few studies related to productivity and water management in pastures. Such management is usually done empirically, without proper knowledge. The objective was determine the evapotranspiration of culture and the initial crop coefficient for the grasses Mombaça and Tifton 85 in Piracicaba/SP. The study was conducted on the campus of ESALQ/USP, in the period one to twenty December 2015. The experimental plots with 12x12 meters and 144 square meters each, in a total of four, two for each forage. At the center of each plot were installed lysimeters with 1.17 m². During the experimental period were evaluated daily k_c for each forage. The average results of crop evapotranspiration (ET_c) were 4.82 mm d⁻¹ and 4.31 mm d⁻¹ to Mombaça and Tifton 85, respectively, lower than the 5.41 mm d⁻¹ to the evapotranspiration reference (ET_o). The k_c values were less than one, than 0.99 and 0.89 for the Mombaça grasses and Tifton 85, respectively.

KEYWORDS: *Panicum maximum* cv. Mombaça, *Cynodon* ssp. Cv. Tifton 85, weighable lysimeter.

INTRODUÇÃO

A irrigação de pastagens no Brasil apresentou crescimento acentuado a partir da década de 1990, existindo, atualmente, dezenas de equipamentos do tipo pivô-central. Com essa nova prática, os pecuaristas, principalmente do Centro-Oeste e do Nordeste brasileiro, obtiveram, inicialmente, ótimos resultados (DA SILVA et al., 2005). No período da seca consegue-se manter 40% a 50% da taxa de lotação animal de primavera-verão utilizando irrigação, comparando com pastagens não irrigadas, onde no máximo 20% da lotação é mantida (ALVARES, 2001).

Alguns trabalhos têm demonstrado que a irrigação pode promover uma melhor exploração do potencial produtivo quando a água é o fator limitante. Ganhos na produtividade de forrageiras tropicais em sistemas irrigados e adubados foram constatados por Santos et al. (2007), Alencar et al. (2009), Alencar et al. (2010) e Sanches et al. (2015).

Evapotranspiração é o processo de evaporação da água do solo concomitante com a transpiração da planta. Tyagi et al. (2000) afirmam que para melhorar a eficiência do uso da água de culturas em sistemas irrigados, deve-se essencialmente quantificar a evapotranspiração da cultura (ET_c). De Souza et al., 2011 afirmam que é possível com monitoramento das variações da umidade e do fluxo de água no solo, associado à observação da variação dos elementos climáticos, conhecer e quantificar os componentes do balanço hídrico e estimar a evapotranspiração efetiva da cultura, e assim, os coeficientes de cultura (K_c).

O K_c é um parâmetro relacionado aos fatores ambientais e fisiológicos das plantas devendo, ser determinado para as condições locais nas quais será utilizado. Para obtenção de K_c utiliza-se a Evapotranspiração de referência (ET_o) e a ET_c. Para o cálculo da ET_o adota-se o modelo de Penman-Monteith proposta pelo Boletim FAO-56 (ALLEN et al., 1998). Já a ET_c ao longo do ciclo, normalmente utilizam-se lisímetros que são considerados padrões para aferição dos demais métodos (FARIA et al., 2006).

O método lisimétrico tem sido bastante utilizado, tendo uma boa eficiência na estimativa da evapotranspiração em diversas culturas (OLIVEIRA et al., 2014; LYRA et al., 2012; BASTOS et al., 2008), inclusive forrageiras (DA SILVA et al., 2005; BUENO et al., 2009) e principalmente em escala diária.

O objetivo desse trabalho é a determinação da evapotranspiração de cultura e o coeficiente de cultivo inicial para os capins Mombaça e Tifton 85 na região de Piracicaba/SP.

MATERIAL DE MÉTODOS

Caracterização da área e dos tratamentos

O experimento foi realizado em área experimental da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP), em Piracicaba/SP, (latitude 22°42’14” S e longitude 47°37’21” O e altitude de 546 m). O clima da região é do tipo Subtropical Tropical de Altitude (Cwa), classificação de Köppen-Geiger (KOTTEK et al., 2006). As forrageiras utilizadas no trabalho foram os capins *Panicum maximum* cv. Mombaça e *Cynodon spp.* cv. Tifton 85.

As culturas foram implantadas em parcelas de 12 x 12 metros com um lisímetro de pesagem ao centro, em um total de 4 lisímetros (Figura 01). Cada lisímetro é composto por uma caixa de plástico rígido circular, com um volume de 500 litros, diâmetro superior de 1,22 m, diâmetro inferior de 1,0 m e altura de 0,6 m, um sistema de pesagem com

células de carga, um sistema de coleta de água e drenagem e uma estrutura de alvenaria para instalação no solo. A opção por lisímetros circulares deve-se ao fato do menor custo, já que caixas quadradas deveriam ser confeccionadas em concreto ou ferro fundido, além do que, segundo Howell (2004) os tanques circulares são mais fortes por unidade de espessura de parede quando comparado aos quadrados ou retangulares.

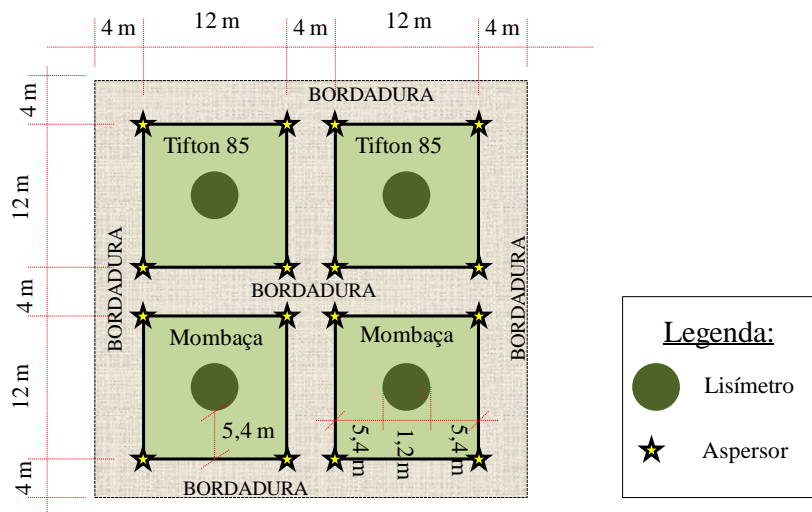


Figura 01 - Croqui da área experimental, Piracicaba/SP, 2015.

Caracterização Física e Química do Solo

O solo da área experimental é classificado como Nitossolo Vermelho Eutroférrico latossólico (EMBRAPA, 2006). Após o preparo convencional do solo, a correção de pH e a adubação de fundação foram realizadas conforme Raij (1997) a partir dos resultados da análise química do solo (Tabela 01).

Tabela 01. Análise química e granulométrica do solo da área experimental na camada de 0 – 20 cm, 20 – 40 cm. Piracicaba/SP, 2015.

Camada (cm)	pH CaCl ₂	P mg dm ⁻³	K	Ca	Mg	H+Al	Al	CTC cmol _c dm ⁻³	Areia (%)	Silte (%)	Argila (%)
0 – 20	5,3	72	0,94	3,9	1,8	3,1	0,2	9,74	35,7	19,2	45,1
20 – 40	4,9	31	0,44	1,3	1,0	4,2	0,2	6,94	29,3	18,7	52,0

P = fósforo; K = potássio; Ca = cálcio; Mg = magnésio; H+Al = acidez potencial; Al = alumínio trocável; CTC = complexo de troca catiônica.

A correção da acidez do solo foi feita segundo o critério de Raij et al. (1997), utilizando calcário visando atingir uma percentagem de saturação de bases (V%) igual a 70%. Na adubação de base, as metas de teores de nutrientes foram estabelecidas de modo a garantir que as plantas desenvolvam seu pleno potencial produtivo. Assim, os níveis de fósforo foram corrigidos para atingir um teor igual ou superior a 30 mg.dm⁻³ (P_{Resina}). Os níveis de potássio foram corrigidos com uma adubação que atinja 3,5% da CTC. As parcelas foram adubadas com 80 kg de N.ha⁻¹ logo após a germinação da Mombaça e implante das mudas de Tifton 85.

Sistema e manejo da irrigação

A área será irrigada com turno de rega fixo, sendo que, o intervalo foi estabelecido previamente adotando um limite mínimo de até 50% da umidade na capacidade de campo, que segundo Da Fonseca et al. (2007) é o momento adequado a iniciar a irrigação. Desta forma, fornecendo-se uma lâmina de água suficiente para repor a demanda das culturas e

atingir o solo na capacidade de campo, que será determinada a partir da leitura de dados dos lisímetros de pesagem.

A irrigação foi sempre realizada pelo método de aspersão convencional, com espaçamento 12 x 12 m (emissores x linhas), e o tempo de irrigação (T_i) foi variável, de acordo com o consumo de água das culturas, medido nos lisímetros, e da intensidade de aplicação dos aspersores (I_a), determinada em um teste de campo. O sistema de irrigação é composto por aspersores de baixa vazão da fabricante Nanndanjain, modelo 427 1/2" M, com vazão entre 0,38 a 1,18 $m^3 h^{-1}$ e pressão máxima de 40 mca. Este aspersor do tipo setorial foi utilizado para restringir a irrigação nas bordaduras, em um ângulo de 90°.

Evapotranspiração e Lisimetria

Para estudo da evapotranspiração das forrageiras foram utilizados quatro lisímetros de pesagem com células de carga, que foram instalados no centro das parcelas. Os lisímetros possuem 1,2 m de diâmetro e 1 m de profundidade, e foram instalados previamente à implantação da cultura (Figura 2). O tanque lisimétrico é em material de PVC instalado interna e concêntricamente a uma parede de concreto, com um espaço de aproximadamente 50 mm entre eles. Cada tanque lisimétrico foi apoiado em três células de carga, de acordo com a metodologia proposta por Righi (2004). As células de carga utilizadas são da marca ALFA®, modelo I – do tipo Shear Bean com capacidade nominal para 500 kg, as quais, combinadas resultaram em capacidade total de 1.500 kg.

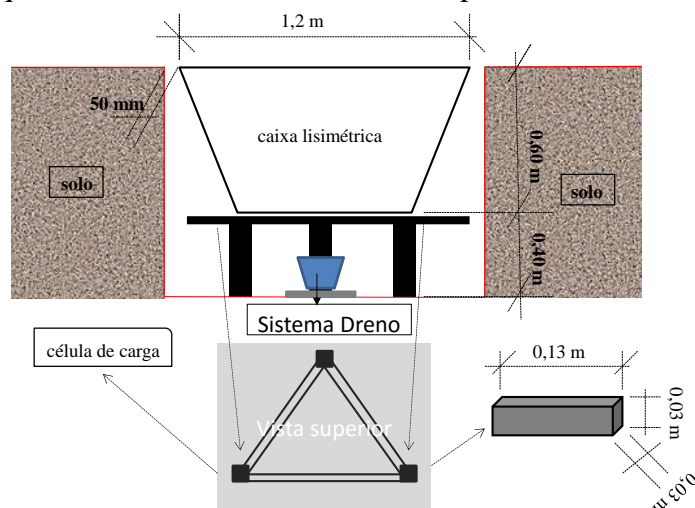


Figura 2. Visão longitudinal do modelo de lisímetro que foi utilizado no experimento. Piracicaba/SP, 2015.

As paredes externas dos lisímetros foram construídas em alvenaria com tijolos comum de espessura 0,12 m para sustentação do solo circundante. O preenchimento do solo nos lisímetros foi feito de maneira a manter as condições iniciais dos horizontes do solo. No centro do fundo da caixa lisimétrica foi desenvolvido um sistema de drenagem automatizado onde foi realizada a drenagem. O volume drenado foi coletado em um reservatório com válvula solenoide apoiado sobre uma célula de carga, também da marca Alfa instrumentos com capacidade para 30 kg, modelo GL30. Os pesos foram registrados a cada 15 minutos, e quando atingido a capacidade máxima de 7,2 kg previamente calibrada, o volume era liberado reiniciando um novo ciclo de pesagem (Figura 03).



Figura 03. Sistema de pesagem e drenagem. Piracicaba/SP, 2015.

Os sinais de saída das células de carga utilizadas nas medidas lisimétricas foram coletados a cada 10 segundos e suas respectivas médias armazenadas a cada 15 minutos em um sistema de aquisição de dados *datalogger*, da marca Campbell Scientific®, modelo CR1000. O mesmo possui, entre outras características, oito canais analógicos, três portas de excitação e 4MB de memória interna. Ainda, constou de uma memória extra (cartão de memória removível) de 2G para descarregar os dados em um computador.

A evapotranspiração de referência (ET_o) foi obtida a partir da estação meteorológica automática da Esalq/USP que está instalada próxima ao experimento e será calculada de acordo com a parametrização de Allen et al. (1991) apresentada por Pereira et al. (1997), de acordo com as equações 1 e 2:

$$ET_o = \frac{0,408s(Sr - G) + \frac{\gamma 900U_2(es - ea)}{T + 273}}{s + \gamma(1 + 0,34U_2)} \quad (1)$$

Em que,

- ET_o – evapotranspiração de referência em mm.dia^{-1} ;
- Sr – saldo de radiação em $(\text{MJ.m}^{-2}.\text{dia}^{-1})$;
- G – fluxo de calor para o solo $(\text{MJ.m}^{-2}.\text{dia}^{-1})$;
- γ – constante psicrométrica $(0,063 \text{ kPa } ^\circ\text{C}^{-1})$;
- U_2 – velocidade do vento a 2 m de altura (m.s^{-1}) ;
- es – pressão de saturação de vapor (kPa);
- ea – pressão atual de vapor (kPa);
- T – temperatura média do ar ($^\circ\text{C}$);
- s – variação da pressão de vapor em função da temperatura do ar $(\text{kPa } ^\circ\text{C}^{-1})$.

$$s = \frac{4098es}{(T + 237,3)^2} \quad (2)$$

Os dados serão utilizados na escala horária, assim, a equação 1 sofrerá alterações nos coeficientes do numerador ($C_n = 37$) e do denominador ($C_d = 0,24$ para $Sr > 0$ e $0,96$ para $Sr \leq 0$), conforme Asce-Ewri (2005) representado na equação 3:

$$ET_o = \frac{0,408s(Sr - G) + \frac{\gamma C_n U_2 (es - ea)}{T + 273}}{s + \gamma(1 + C_d U_2)} \quad (3)$$

Para cálculo da evapotranspiração da cultura (ETc), será calculado através das entradas e saídas por diferença de peso do sistema lisimétrico, através da seguinte fórmula:

$$ETc = Varm + P + I - Vdre \quad (4)$$

Em que,

- ETc – evapotranspiração da cultura em mm.h⁻¹;
- Varm – variação de armazenamento em mm.h⁻¹;
- P – precipitação em mm.h⁻¹;
- I – irrigação em mm.h⁻¹;
- Vdre – variação de drenagem em mm.h⁻¹;

A partir da obtenção dos valores de evapotranspiração da cultura (ETc), da evapotranspiração de referência (ETo) e da relação ETc/ETo, serão obtidos os valores de coeficiente de cultura (kc) para as forrageiras propostas ao longo dos ciclos de rebrota.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Tifton 85 foi implantado em 16 de novembro de 2015 através de estolões, posteriormente em 29 de novembro o capim Mombaça através de sementes. Adotou-se 1º de dezembro para coleta de dados de evapotranspiração dos capins, sendo 2 dias o período de germinação da Mombaça e aproximados 15 dias para estabelecimento dos estolões do Tifton 85. No período entre 1 a 20 de dezembro de 2015 foram propostos o desenvolvimento dos kc_s iniciais (desenvolvimento inicial) para as duas culturas, conforme Tabela 03 e Figura 07.

Tabela 03. Evapotranspiração e kc_s para os capins Mombaça e Tifton 85. Piracicaba/SP, 2015.

	ETo (mm)	ETc M (mm)	ETc T85 (un.)	kc M (un.)	kc T85 (un.)
Média	5,41	4,82	4,31	0,99	0,89
Média *	-----	3,76	3,42	0,68	0,63
Soma	113,65	101,30	90,48	-----	-----
Soma *	-----	60,09	54,69	-----	-----

Legenda: Eto: Evapotranspiração de referência, Etc M: Evapotranspiração do *Panicum Maximum* cv. Mombaça, Etc T85: Evapotranspiração do *Cynodon dactylon* cv. Tifton 85, Kc M: coeficiente de cultura do *Panicum Maximum* cv. Mombaça, Kc T85: Coeficiente de cultura do *Cynodon dactylon* cv. Tifton 85.
*Exclusão dos valores de Kc superiores a 1 e Etc > Eto.

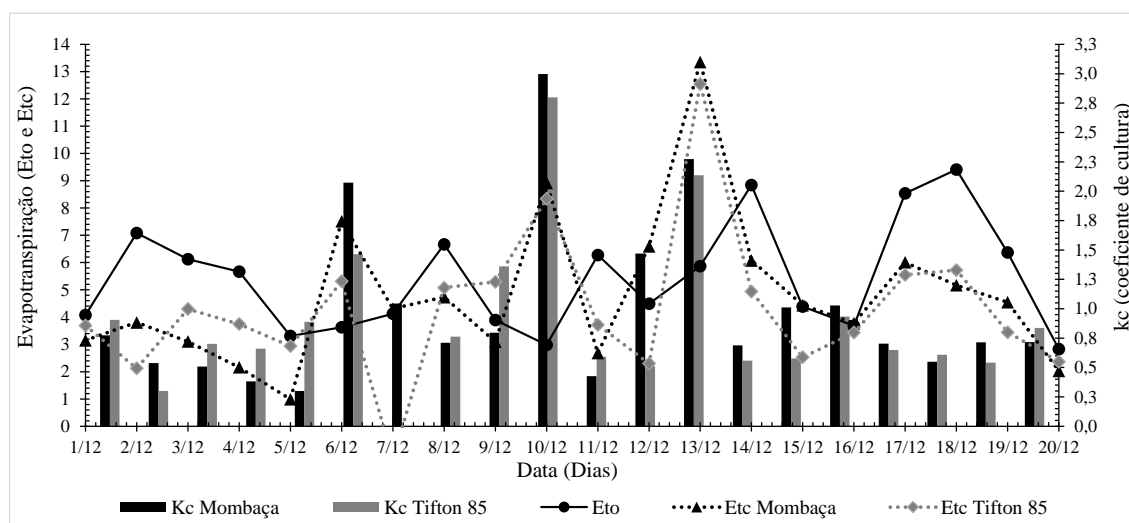


Figura 07. Valores de Evapotranspiração e coeficiente de cultura para os capins Mombaça e Tifton 8, no período compreendido entre 1 a 20 de dezembro de 2015, Piracicaba/SP.

Alguns valores de kc obtidos foram maiores que 1, como no dia 10 de dezembro de 2015 os valores chegaram a 3,0 e 2,8 para o capins Mombaça e Tifton 85, respectivamente. No entanto, os valores médios de kc foram menores que a ETo média que é comum no início do ciclo das culturas. No desenvolvimento inicial, Oliveira et al. (2014) e Lyra et al. (2012) propuseram kc de 0,47 e 0,53 para a roseira e a cana-de-açúcar, respectivamente. Tomando em consideração os valores menores que 1 do trabalho, teríamos kc de 0,68 e 0,63 para Mombaça e Tifton 85, respectivamente, mais coerente com o encontrado na literatura.

Quando comparado a precipitação ocorrida durante o período experimental, observa-se que os valores elevados de kc ocorrem justamente após uma chuva (Figura 08). A precipitação por ser valor de entrada que compõe a equação da ETc pode ter influenciado nos valores, pois, os solos de forma geral tem um tempo de drenagem e estabilização do volume acumulado de 24 a 48 horas. Assim como, o sistema pode ter sido influenciado pelas intempéries climáticas ocorridas durante o período chuvoso (tempestades e trovoadas). Da Silva et al. (2005) compararam o método lisimétrico com o sistema automático de razão de Bowen para a forrageira *Panicum maximum* cv. Tanzânia. Constataram oscilações sazonais influenciadas pelas condições atmosféricas, obtendo uma ETc média de 4,13 mm d⁻¹ e 4,34⁻¹, para o método de razão de Bowen e o lisimétrico, respectivamente.

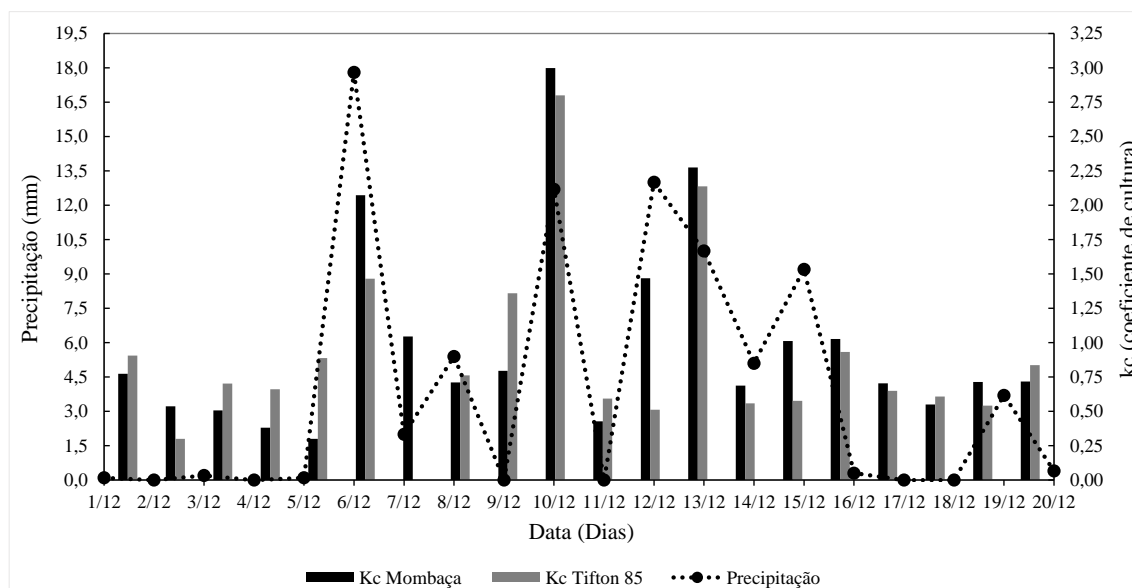


Figura 08. Kc das forrageiras em função da precipitação (mm) em dezembro de 2015, Piracicaba/SP.

Por fim, o estudo pode apresentar certas incertezas em alguns dados, principalmente quando se trabalha em escala horária. Pois, embora a evapotranspiração, possa parecer relativamente simples, quando se parte para os aspectos práticos de sua medição e estimativa, ainda nota-se a dificuldade e complexidade em apresentar uma solução que seja plenamente satisfatória (DE CARVALHO et al., 2011).

CONCLUSÕES

1. O estudo de evapotranspiração por lisímetro é válido desde de que, os dados sejam utilizados na escala diária e a proposição do kc seja compreendida para períodos de crescimento.

2. Quando corrigidos os dados e adotado $Kc = 0,68$ e $0,63$ para Mombaça e Tifton 85, respectivamente, obteve resultados coerentes com a literatura.

3. Trabalhar com sistemas automatizados a campo tem suas limitações, principalmente por serem influenciados pelas intempéries climáticas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALENCAR, C. A. B.; OLIVEIRA, R. A. de; COSER, A. C.; MARTINS, C. E.; CUNHA, F. F. da; FIGUEIREDO, J. L. A. Produção de capins cultivados sob pastejo em diferentes lâminas de irrigação e estações anuais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 13, p. 680-686, 2009b.

ALENCAR, C. A. B.; OLIVEIRA, R. A. de; COSER, A. C.; MARTINS, C. E.; FIGUEIREDO, J. L. A.; CUNHA, F. F. da; CECON, P. R.; LEAL, B. G. Produção de seis capins manejados por pastejo sob efeito de diferentes doses nitrogenadas e estações anuais. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**. v. 11, p. 48-58, 2010.

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration – guidelines for computing crop water requirements**. Roma: FAO, 1998. 300 p. (Irrigation and Drainage Paper, 56).

ALLEN, R. G.; HOWELL, T. A.; PRUITT, W. O.; WALTER, I. A.; JENSEN, M.E. (Ed.). **Lysimeters for evapotranspiration and environmental measurements**. New York: American Society of Civil Engineers, 1991. p. 406-415.

ALVARES, J. A. S. **Caracterização e análise zootécnica e financeira de um sistema de produção de leite com pastagens tropicais irrigadas na microrregião de Governador Valadares, Minas Gerais**. 2001, 75 f. Tese (Doutorado) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2001.

ASCE-EWRI. **The Asce standardized reference evapotranspiration equation: Asce-Ewri**. Standardization of Reference Evapotranspiration Task Committee Report. Reston: Asce, 2005.

BASTOS, E. A.; FERREIRA, V. M.; SILVA, C. R.; ANDRADE JÚNIOR, A. S. Evapotranspiração e coeficiente de cultivo do feijão-caupi no Vale do Gurguéia, PI. **Irriga**, v. 13, p. 182-190, 2008.

BUENO, M. R.; TEODORO, R. E. F.; ALVARENGA, C. B.; GONÇALVES, M. V. Determinação do coeficiente de cultura para o capim tanzânia. **Bioscience Journal**, v. 25, n. 5, p. 29-35, 2009.

DA FONSECA, A. F., MELFI, A. J., MONTEIRO, F. A., MONTES, C. R., DE ALMEIDA, V. V., & HERPIN, U. Treated sewage effluent as a source of water and nitrogen for Tifton 85 bermudagrass. **Agricultural Water Management**, v.87, nº 3, p. 328-336, 2007.

DA SILVA, L. D.; FOLEGATTI, M. V.; NOVA, N. A. V.; NILSON, A. Evapotranspiração do capim Tanzânia obtida pelo método de razão de Bowen e lisímetro de pesagem. **Engenharia Agrícola**, v. 25, nº 3, p. 705-712, 2005.

DE CARVALHO, L. G.; RIOS, G. F. A.; MIRANDA, W. L.; NETO, P. C. Evapotranspiração de referência: uma abordagem atual de diferentes métodos de estimativa. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41, nº 3, 2011.

DE FARIA, R. T.; DE SM CAMPECHE, F.; CHIBANA, E. Y. Construção e calibração de lisímetros de alta precisão. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, nº 1, p. 237-242, 2006.

DE SOUZA, A. P.; PEREIRA, J. B. A.; DA SILVA, L. D. B.; GUERRA, J. G. M.; DE CARVALHO, D. F. Evapotranspiração, coeficientes de cultivo e eficiência do uso da água da cultura do pimentão em diferentes sistemas de cultivo. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 33, nº 1, p. 15-22, 2011.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema brasileiro de classificação dos solos. Brasília: **EMBRAPA**, 2006. 306p.

HOWELL, T.A. Lysimetry. In: HILLEL, D. (Ed.). **Encyclopedia of soils in the environment**. Oxford: Elsevier, p. 379-386, 2004.

KOTTEK, M.; GRIESER, J.; BECK, C.; RUDOLF, B.; RUBEL, F. World map of the Koppen-Geiger climate classification updated. **Meteorologische Zeitschrift**, Berlin, v. 15, n. 3, p. 259-263, 2006.

LYRA, G. B.; DA SILVEIRA, E. L.; LYRA, G. B.; PEREIRA, C. R.; DA SILVA, L. D. B.; DA SILVA, G. M. Coeficiente da cultura da cana-de-açúcar no estágio inicial de desenvolvimento em Campos dos Goytacazes, RJ. **Irriga**, v. 17, nº 1, p. 102, 2012.

OLIVEIRA, E. C.; CARVALHO, J. D. A.; ALMEIDA, E. F.; REZENDE, F. C.; SANTOS, B. D.; MIMURA, S. D. Evapotranspiração da roseira cultivada em ambiente protegido. **Revista de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, nº 3, p. 314-321, 2014.

PEREIRA, A. R.; VILLA NOVA, N. A.; SEDYAMA, G. C. **Evapotranspiração**. Piracicaba: **FEALQ**, 1997, 183p.

RAIJ, B. van; CATARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônomo; Fundação IAC, 1996. 258 p. (Boletim Técnico, 100).

RIGHI, E. Z. Balanço de energia e evapotranspiração de cafezal adensado em crescimento sob irrigação localizada. 2004. 151 p. **Tese** (Doutorado em Física do Ambiente Agrícola) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

SANCHES, A. C.; GOMES, E. P.; RICKLI M. E.; FASOLIN, J. P.; SOARES, M. R.; DE GOES, R. H. **Produtividade e valor nutritivo do capim Tifton 85 irrigado e sobressemeado com aveia**. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, nº 2, p. 126-133, 2015.

SANTOS, P. M.; MOREIRA, D. P.; SILVA, C. E.; AGUIAR, A. S.; FERRAZA, R.A. **Efeito da irrigação sobre a taxa de lotação em pastagens de capim-tânzania utilizadas para produção de leite em São Carlos, SP.** São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2007, 5p. (Comunicado Técnico, 80).

TYAGI, N. K.; SHARMA, D. K.; LUTHRA, S. K. Determination of evapotranspiration and crop coefficients of rice and sunflower with lysimeter. **Agricultural Water Management**, v.45, n. 1, p. 41–54, Junho, 2000.